

(19)

JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11018064 A**(43) Date of publication of application: **22.01.99**

(51) Int. Cl.

H04N 7/08**H04N 7/081****G06T 1/00****H04N 1/387****// G09C 5/00**(21) Application number: **09164466**(22) Date of filing: **20.06.97**

(71) Applicant:

**NIPPON TELEGR & TELEPH
CORP <NTT>**

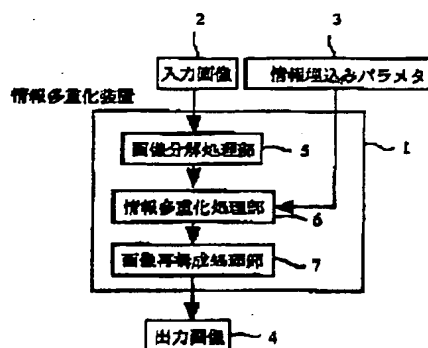
(72) Inventor:

**OGAWA HIROSHI
NAKAMURA TAKAO
TAKASHIMA YOICHI****(54) INFORMATION MULTIPLEXING METHOD,
INFORMATION EXTRACTING METHOD AND
DEVICE THEREFOR**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the quality of images and to enable information extraction capable of dealing with compression processing and image editing processing by a multiplexed information by dividing a digital dynamic image into plural fine block images, performing frequency conversion for each block image and multiplexing the subordinate information, while converting the value of a frequency component.

SOLUTION: A source image (main information) 2 of the digital dynamic image is inputted together with an information embedding parameter 3 composed of the initial value of a random number, frequency component change width and information (subordinate information) to be multiplexed. An image-decomposing processing part 5 decomposes the inputted source image 2 into block images in accordance with a predetermined decomposing method and successively sends them to an information multiplexing processing part 6. The information multiplexing processing part 6 performs information multiplexing to the component of a comparatively low-frequency area, while using frequency conversion and performing frequency conversion in a block size large than a block size to be used for information compression. An image-reconstituting processing part 7 reconstitutes the information multiplexed image blocks and outputs an information multiplexed image 4.



COPYRIGHT: (C)1999,JPO

Express Mail EL03 9759769US

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-18064

(43)公開日 平成11年(1999) 1 月22日

(51)Int.Cl.^a

識別記号

F I

H 0 4 N 7/08

H 0 4 N 7/08

Z

7/081

1/387

G 0 6 T 1/00

G 0 9 C 5/00

H 0 4 N 1/387

G 0 6 F 15/66

B

// G 0 9 C 5/00

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 12 頁)

(21)出願番号

特願平9-164466

(22)出願日

平成9年(1997) 6 月20日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72)発明者 小川 宏

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72)発明者 中村 高雄

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72)発明者 高嶋 洋一

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

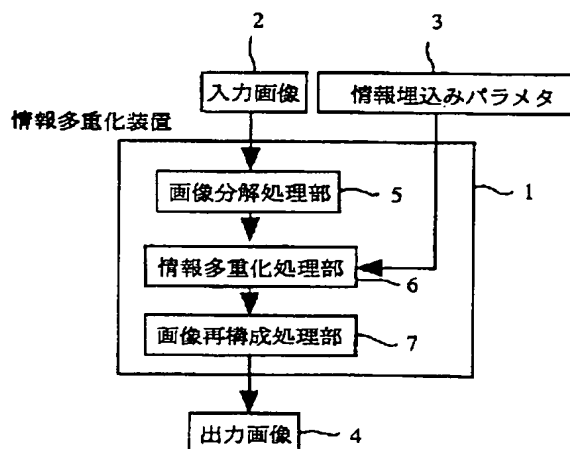
(74)代理人 弁理士 鈴木 誠

(54)【発明の名称】 情報多重化方法、情報抽出方法及びそれらの装置

(57)【要約】

【課題】 デジタル動画像の品質を向上させ、且つ、圧縮処理や画像編集処理にも多重化情報が耐え得て情報抽出を可能にする。

【解決手段】 デジタル動画像、及び乱数の初期値と周波数成分変更幅と副情報からなる情報埋込みパラメタを入力して、入力動画像を複数のブロック画像に分解する手段、各ブロック画像を周波数変換し、ブロック周波数成分行列について、乱数の初期値を用いて生成した乱数から任意に選択される周波数成分の値を、周波数成分変更幅を用いて変更して副情報を多重化し、該情報多重化済みブロック画像を逆周波数変換する手段、該逆周波数変換された各情報多重化済みブロック画像を再構成して出力する手段を設ける。



Express Mail E2039759769US

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 デジタル動画像内に別の副情報を多重化する方法において、デジタル動画像を複数のブロック画像に細分化し、ブロック画像毎に周波数変換を行い、周波数成分の値を変換して副情報を多重化することを特徴とする情報多重化方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の情報多重化方法において、多重化する副情報に情報多重化済みを表す識別情報を付加することを特徴とする情報多重化方法。

【請求項 3】 請求項 1 および請求項 2 記載の情報多重化方法において、周波数成分の値を変更する際に、成分値を量子化し、それぞれの量子化値に情報の割り付けを行い、多重化したい情報が割りつけられた、最も近い量子化値に、周波数成分の値を変更することを特徴とする情報多重化方法。

【請求項 4】 請求項 1 および請求項 2 記載の情報多重化方法において、周波数成分の値を変更する際に、成分値の増減に情報の割り付けを行い、多重化したい情報が割り付けられた増減値に、周波数成分の値を変更することを特徴とする情報多重化方法。

【請求項 5】 請求項 3 および請求項 4 記載の情報多重化方法において、周波数成分の変更幅を、そのブロック画像の画素値のエントロピーに応じて変化させることを特徴とする情報多重化方法。

【請求項 6】 請求項 3 および請求項 4 記載の情報多重化方法において、情報多重化を行なった際に画素値が画素値の定義域を越えない処理を行なうことを特徴とする情報多重化方法。

【請求項 7】 請求項 1 記載の情報多重化方法による情報多重化済みのデジタル動画像内から別の副情報を抽出する方法において、情報多重化済みのデジタル動画像を複数のブロック画像に細分化し、ブロック画像毎に周波数変換を行い、周波数成分の値を計算することにより副情報を抽出することを特徴とする情報抽出方法。

【請求項 8】 請求項 2 記載の情報多重化方法に対応する情報抽出方法であって、情報多重化済みのデジタル動画像から抽出された識別情報と本来の識別情報の差分から抽出情報の信頼度を計算し、信頼度を重みとして副情報を再構成することを特徴とする情報抽出方法。

【請求項 9】 請求項 7 および請求項 8 記載の情報抽出方法において、繰り返し抽出される情報を多数決判定法を用いることにより副情報を再構成することを特徴とする情報抽出方法。

【請求項 10】 請求項 7 乃至 9 記載の情報抽出方法において、情報抽出の際、情報多重化済みのデジタル画像と原画像を用いることを特徴とする情報抽出方法。

【請求項 11】 請求項 7 乃至 9 記載の情報抽出方法において、請求項 3 の方法による情報多重化済みデジタル動画像の周波数成分の値から情報を抽出する際に、成分値を量子化値として割り付けられた情報を判定することを

特徴とする情報抽出方法。

【請求項 12】 請求項 10 記載の情報抽出方法において、請求項 4 の方法による情報多重化済みデジタル動画像の周波数成分の値と原画像の周波数成分の値を比較することにより多重化されている情報を判定することを特徴とする情報抽出方法。

【請求項 13】 請求項 11 記載の情報抽出方法において、請求項 5 の方法による情報多重化済みデジタル動画像の場合、量子化の幅をそのブロック画像の画素値のエントロピーに応じて変化させることを特徴とする情報抽出方法。

【請求項 14】 画像と、該画像に多重化したい副情報と、多重化のパラメタを入力する手段と、入力された画像を複数のブロック画像に分割する手段と、各ブロック画像を周波数変換する手段と、多重化のパラメタに従って、周波数成分の値を変更し、副情報を多重化する手段と、情報多重化済みブロック画像を逆周波数変換する手段と、逆周波数変換された各情報多重化済みブロック画像を再構成する手段とを具備し、画像に視覚的な影響を与えず、画像情報内に副情報を多量法を多重化した画像を出力することを特徴とする情報多重化装置。

【請求項 15】 情報多重化済みの画像と、情報抽出のパラメタを入力する手段と、入力された画像を複数のブロック画像に分割する手段と、各ブロック画像を周波数変換する手段と、情報抽出のパラメタに従って、周波数成分の値から多重化されている情報を抽出する手段とを具備し、多重化された画像に劣化が生じて、多重化された副情報を正しく読み取ることを特徴とする情報抽出装置。

【請求項 16】 情報多重化済みの画像と、該情報多重化済みの画像の原画像と、情報抽出のパラメタを入力する手段と、情報多重化済みの画像と原画像の差分画像を作成する手段と、差分画像を複数のブロック差分画像に分割する手段と、各ブロック差分画像を周波数変換する手段と、情報抽出のパラメタに従って、周波数成分の値から情報を抽出する手段とを具備し、多重化された画像に劣化が生じて、多重化された副情報を正しく読みとることを特徴とする情報抽出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、デジタル動画像に対して別の情報を情報多重化する際に、人間の知覚に感知されないように情報多重化を行い、秘密裏に動画像に多重化された情報を情報抽出する方法および装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 今日、デジタル動画像に対して、人間の知覚に感知されないように別の情報を多重化する技術は、著作権情報や利用ユーザ ID などを情報コンテンツに秘密裏に多重化することによるデジタル情報コンテン

ツの著作権保護および不正複製抑患システムに用いられている。

【0003】しかしながら、従来の技術では、動画像のビットレートを乱すなどの圧縮処理や、画像のフォーマットの変更により、簡単に多重化されている情報が消えてしまうといった問題点があった。特に非可逆圧縮においては、画像の複雑領域より平坦領域のほうが画素情報を大きく削除することにより、より副情報が消えやすいので、平坦部分の多い画像に対して非可逆圧縮を行った場合には、副情報の読み取りに失敗するといった問題があった。また、平坦部分について比較的人間に知覚されやすいため、多重化を行うことが難しいという問題があった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、上記従来の人間の知覚されない情報多重化技術が抱えている問題である、画像の品質を向上させ、かつ、圧縮処理や画像編集処理にも多重化情報が耐え得る情報抽出を可能とすることにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明では、動画像の情報を多重化する際に、周波数変換を用いて比較的低周波領域の成分に情報多重化を行い、また、情報圧縮に用いられるブロックサイズより大きなブロックサイズで周波数変換して情報多重化を行い、さらに、情報抽出の際に原画像を用いるなどにより、情報圧縮に対する耐性をもたせる。

【0006】例えば、本発明を著作権保護システムなどに用いることで、従来の方式よりデジタル情報コンテンツの品質を向上させ、かつ、著作権保護対策の強化という、困難な課題であったトレードオフの関係にある被多重化情報の品質と多重化情報の存続率のボーダラインのボトムアップを図ることが可能となる。すなわち、近年用いられている画像圧縮技術による量子化の影響を受けにくいよう情報多重化を行うことができ、また、情報圧縮に用いられるブロックサイズより大きなブロックサイズで周波数変換し情報多重化を行うことから、画像への影響（画質劣化）を抑えることができる。さらには、ブロック画像のサイズ（ M_0 , N_0 , T_0 ）を2の冪数にすることにより、高速周波数変換アルゴリズムを適用することができ、動画再生中に副情報を抽出することも可能となる。

【0007】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0008】最初に画像への情報多重化処理について述べる。図1は、本発明による一実施例の情報多重化装置1の入出力関係の概略図である。情報多重化装置1は、デジタル動画像の原画像（主情報）2と情報埋め込みパラメタ3を入力として、情報多重化済み画像4を出力す

る。情報埋め込みパラメタ3は乱数の初期値、周波数成分変更幅、及び、多重化すべき情報（副情報）からなる。

【0009】図2は、情報多重化装置1の全体的構成図を示している。本情報多重化装置1は、画像分解処理部5と情報多重化処理部6と画像再構成処理部7からなる。以下、各処理部について順次説明する。

【0010】〈画像分解処理部5〉図3は、画像分解処理部5の概念図である。即ち、画像分解処理部5は、入力される原画像（動画像）2を予め決めておいた分解方法によりブロック画像52に分解し、順次、情報多重化処理部6へ送る。ここで、予め決めておいた分解方法とは、例えば、原画像のサイズを $M \times N$ 、ある一定時間間隔を T とするときの時空間画像 $M \times N \times T$ を、各々、任意サイズの w 個の直方体ブロック $block_0 (M_0 \times N_0 \times T_0$ サイズ), $block_1 (M_1 \times N_1 \times T_1$ サイズ), \dots , $block_w (M_{w-1} \times N_{w-1} \times T_{w-1}$ サイズ) に分解する方法である。各々のブロックは共有部分を持たず、かつ、各々のブロックの和集合は $M \times N \times T$ サイズの時空間画像になる。〈情報多重化処理部6〉図4は、情報多重化処理部6の詳細構成図を示している。情報多重化処理部6は、情報埋め込みパラメタ3と $M_u \times N_u \times T_u$ ($0 \leq u \leq w-1$) サイズのブロック画像52 ($block_u$) を入力とし、 $M_u \times N_u \times T_u$ サイズの情報多重化済みブロック画像27を出力として画像再構成処理部7へ送る。以下、図4に基づいて情報多重化処理部6の動作を詳述する。

【0011】情報埋め込みパラメタ3は入力パラメタ分解処理部8へ、また、ブロック画像52は周波数変換処理部9へ送られる。

【0012】入力パラメタ分解処理部8は、入力された情報埋め込みパラメタ3を分解し、乱数の初期値10、周波数成分変更幅11、副情報12をそれぞれ再構成して出力する。乱数の初期値10は乱数生成処理部13へ、周波数成分変更幅11は周波数成分変更処理部14へ、副情報12は副情報バッファ15へ、それぞれ送られる。

【0013】周波数変換処理部9は、入力された $M_u \times N_u \times T_u$ サイズのブロック画像52を $M_u \times N_u \times T_u$ 周波数変換し、 $M_u \times N_u \times T_u$ サイズのブロック周波数成分行列18を出力し、周波数成分変更処理部14へ送る。図5は周波数変換処理部9の概念図を示したものである。なお、周波数変換処理自体は周知であるので、その詳細は省略する。

【0014】乱数生成処理部13は、乱数の初期値10を読み込み、それをもとに各1ビット情報多重化の処理毎に順次、乱数16を生成し出力する。ここで、乱数生成処理部13は、画像のサイズと比べて十分大きな周期で乱数16を発生させるものとする。乱数16は周波数成分変更処理部14へ送られる。

【0015】副情報バッファ15は、副情報12を内部バッファに蓄えて、内部にある情報読み出しヘッダによ

り情報を1ビットずつ読み出して、1ビット副情報17を出力し、周波数成分変更処理部14へ送る。図6は副情報バッファ15の概念図を示したものである。

【0016】副情報バッファ内の情報読出し／書込みヘッダ制御方法には、各1ビット情報多重化の処理毎に動かす方法や、各ブロック画像への情報多重化の処理毎に動かす方法など、種々の方法が考えられるが、これは情報多重化装置の実装方式による。なお、副情報バッファの情報読出し／書込みを行うヘッダの制御方法は、本情報多重化装置および後述の情報抽出装置において、同じ方式で実装する必要がある。

【0017】周波数成分変更処理部14は、 $M_u \times N_u \times T_u$ サイズのブロック周波数成分行列18、乱数16、1ビット副情報17、周波数成分変更幅11を入力して、 $M_u \times N_u \times T_u$ の任意の座標の周波数成分を変更し、座標21、情報多重化済みブロック周波数成分行列22を出力する。図7は、周波数成分変更処理部14の概略構成および処理の概念図を示したものである。

【0018】 $M_u \times N_u \times T_u$ サイズのブロック周波数成分行列18は、周波数成分行列バッファ19に格納される。乱数16は、座標選択処理部20に入力される。座標選択処理部20は、乱数16を用いて、 $M_u \times N_u \times T_u$ の周波数成分行列のうち、ひとつの係数を1対1画像により選定し、対応する座標21を出力する。出力された座標21は、図8に示すように、座標バッファ23に、各ブロックの多重化処理毎にすべて保存され、各ブロックの多重化処理後、座標集合24として出力される。

【0019】周波数成分変更処理部14は、座標21に当たる周波数成分（係数）に1ビットの副情報17を周波数成分変更幅11を用いて情報多重化する。情報多重化処理は、 $M_u \times N_u \times T_u$ サイズのひとつのブロック周波数成分行列に対して n_u 回（ n_u は $block_u$ に多重化される情報の個数で、1以上の整数で、各ブロック毎に異なる数でもよい。情報抽出装置も同じ方式により実装する必要がある）行われ、そのすべてが終了した後、情報多重化済みの $M_u \times N_u \times T_u$ サイズのブロック周波数成分行列22を出力する。

【0020】以下に、入力動画2のi番目の $M \times N \times T$ サイズの時空間画像のu番目のブロック画像 $block_u$ におけるj（ $0 \leq j \leq n$ ）個目のビット情報の多重化処理について具体的に説明する。ただし、周波数成分変更幅をrangeとし、多重化する副情報12を $b_0 b_1 \cdots b_{k-1}$ （ビット長をk、 $b_j \in \{0, 1\}$ 、 $0 \leq j \leq k-1$ ）とする。

【0021】周波数成分変更処理部14では、座標選択処理部20により選択された座標の周波数成分値 $c_{i,u,j}$ を、

多重化したいビット情報が1の場合、

$$c_{i,u,j} + range$$

多重化したいビット情報が0の場合、

$$c_{i,u,j} - range$$

に変更することにより、1ビットの副情報17を多重化する（図7）。なお、rangeの値の加減により情報を多重化しているため、加減算が逆でも同様である。

【0022】また、原画像の有無に関わらず情報抽出ができるような多重化方法として、座標選択処理部20により選択された座標の周波数成分値 $c_{i,u,j}$ を、以下の数1乃至数6のように変更することも考えられる。ただし、数1乃至数6において、

【0023】

【外1】

【x】

【0024】はxを越えない最大の整数、 $x \bmod y$ はxをyで割った時の余りを表す。

【0025】

【数1】

多重化したいビット情報が1でかつ、

$$\left\lfloor \frac{c_{i,u,j}}{range} + \frac{1}{2} \right\rfloor \bmod 2 \text{ が } 1 \text{ でかつ、}$$

$$\left\lfloor \frac{c_{i,u,j}}{range} + \frac{1}{2} \right\rfloor \times range \text{ の値が } c_{i,u,j} \text{ より大きい場合、}$$

$$\left\lfloor \frac{c_{i,u,j}}{range} + \frac{1}{2} \right\rfloor \times range$$

【0026】

【数2】

多重化したいビット情報が1でかつ、

$$\left\lfloor \frac{c_{i,u,j}}{\text{range}} + \frac{1}{2} \right\rfloor \bmod 2 \text{ が } 1 \text{ でかつ、}$$

$$\left\lfloor \frac{c_{i,u,j}}{\text{range}} + \frac{1}{2} \right\rfloor \times \text{range} \text{ の値が } c_{i,u,j} \text{ より小さい場合、}$$

$$\left(\left\lfloor \frac{c_{i,u,j}}{\text{range}} + \frac{1}{2} \right\rfloor + 2 \right) \times \text{range}$$

【0027】

【数3】

多重化したいビット情報が1でかつ、

$$\left\lfloor \frac{c_{i,u,j}}{\text{range}} + \frac{1}{2} \right\rfloor \bmod 2 \text{ が } 0 \text{ の場合、}$$

$$\left(\left\lfloor \frac{c_{i,u,j}}{\text{range}} + \frac{1}{2} \right\rfloor + 1 \right) \times \text{range}$$

【0028】

【数4】

多重化したいビット情報が0でかつ、

$$\left\lfloor \frac{c_{i,u,j}}{\text{range}} + \frac{1}{2} \right\rfloor \bmod 2 \text{ が } 1 \text{ の場合、}$$

$$\left(\left\lfloor \frac{c_{i,u,j}}{\text{range}} + \frac{1}{2} \right\rfloor - 1 \right) \times \text{range}$$

【0029】

【数5】

多重化したいビット情報が0でかつ、

$$\left\lfloor \frac{c_{i,u,j}}{\text{range}} + \frac{1}{2} \right\rfloor \bmod 2 \text{ が } 0 \text{ でかつ、}$$

$$\left\lfloor \frac{c_{i,u,j}}{\text{range}} + \frac{1}{2} \right\rfloor \times \text{range} \text{ の値が } c_{i,u,j} \text{ より小さい場合、}$$

$$\left\lfloor \frac{c_{i,u,j}}{\text{range}} + \frac{1}{2} \right\rfloor \times \text{range}$$

【0030】

【数6】

多重化したいビット情報が0でかつ、

$$\left\lfloor \frac{c_{i,u,j}}{\text{range}} + \frac{1}{2} \right\rfloor \bmod 2 \text{ が } 0 \text{ でかつ、}$$

$$\left\lfloor \frac{c_{i,u,j}}{\text{range}} + \frac{1}{2} \right\rfloor \times \text{range} \text{ の値が } c_{i,u,j} \text{ より大きい場合、}$$

$$\left(\left\lfloor \frac{c_{i,u,j}}{\text{range}} + \frac{1}{2} \right\rfloor - 2 \right) \times \text{range}$$

【0031】周波数成分変更処理部14にて、各1ビット情報多重化を行う毎に、副情報バッファ15の副情報読み出しヘッダを予め決められた方法で制御する。この間、多重化を行った係数の座標は、座標バッファ23へ送られ保管される。

【0032】以上のようにして、 $M_0 \times N_0 \times T_0$ サイズのひとつのブロック周波数成分行列に対して、その中の多重化するビット数である n_0 回、多重化処理を繰り返すことで、ひとつの周波数成分行列の多重化処理が終了する。

【0033】上記多重化処理後、座標集合24と情報多重化済みブロック周波数成分行列22はレンジオーバ回避処理部25へ送られる。レンジオーバ回避処理部25は、情報多重化済み画像の再生不良を避けるために、情報多重化を行ったブロック周波数成分行列22を逆周波数変換処理部26で逆周波数変換し、その逆周波数変換

したブロック画像について、座標集合24を参照してレンジオーバ回避処理を行う。

【0034】図9は、レンジオーバ回避処理部25の処理の概念図を示したものである。なお、図9では8ビット濃淡画像を想定し、画素値（輝度値）の定義域は0～255としている。

【0035】いま、レンジオーバ回避処理部25へ入力された係数行列を逆周波数変換処理部26を用いて逆周波数変換したブロック画像をブロック画像Aとする。図9の(a)はこれを示したものであり、例えば、丸で囲った部分のように、レンジオーバが発生する場合がある。ここで、逆周波数変換処理部26は、図10に示すように、 $M_0 \times N_0 \times T_0$ サイズのブロック周波数成分行列を $M_0 \times N_0 \times T_0$ 逆周波数変換し、 $M_0 \times N_0 \times T_0$ サイズのブロック画像を出力するものである。

【0036】また、レンジオーバ回避処理部25へ入力

された係数行列を、ひとつは、直流成分をその最低値に変更し（たとえば、周波数変換をDCTと仮定すると、 block_u におけるその値は $-L_u \times \sqrt{(M_u \times N_u \times T_u)}$

（ L_u は輝度の中間値）、かつ、入力された座標集合24のすべての座標の成分値をすべて0にしたものを、もうひとつは、直流成分値と入力された座標集合24のすべての座標の成分以外の値をすべて0に変更したものを、逆周波数変換処理部26を用いて逆周波数変換した $M_u \times N_u \times T_u$ サイズのブロック画像を、それぞれ、ブロック画像B、ブロック画像Cとする。図9の(b)はこれを示したものである。

【0037】レンジオーバー回避処理部25では、ブロック画像Aの画素で最大画素値より大きいもしくは最小画素値より小さいものが存在するときに限り、ブロック画像Bとブロック画像Cの対応する画素値それぞれを足し合わせ画像のすべての画素値が最小画素値と最大画素値の間に値を収まるように、ブロック画像Bの画素値を縮小・拡大することにより、レンジオーバー回避処理を施した情報多重化済み画像27を得る。図9の(c)はこれを示したものである。

【0038】ただし、ブロック画像Cにおいて、最小画素値より小さな画素値と最大画素値より大きな画素値が混在する場合は、上記レンジオーバー回避処理は適用できないため、情報多重化を行う際に、rangeの値を極端に大きな値にしないようにする必要がある。

【0039】なお、レンジオーバー処理を行なわない場合には、座標バッファ23を用意する必要はなく、また、図4において、周波数成分変更処理部14から出力された情報多重化済みブロック周波数成分行列22を、そのまま逆周波数変換処理部26により逆周波数変換して、情報多重化済みブロック画像27を出力する。

【0040】情報多重化処理部6では、以上の処理をすべてのブロック画像($\text{block}_0, \text{block}_1, \dots, \text{block}_{u-1}$)に対して行い、順次、情報多重化済みブロック画像27を画像再構成処理部7へ送る。

【0041】〈画像再構成処理部7〉図11は、画像再構成処理部7の概念図である。画像再構成処理部7は、入力された各情報多重化済みブロック画像27をつなぎ合わせ、 $M \times N \times T$ 時空間画像、さらには動画像に復元することで、情報多重化済み画像を得る。

【0042】次に、情報多重化済み画像からの情報抽出処理について述べる。図12は、本発明による一実施例の情報抽出装置28の入出力関係の概略図である。情報抽出装置28は、原画像29（主情報）と情報多重化済み画像30（主情報＋副情報）と情報抽出パラメタ31を入力として、画像30内に多重化されていた副情報32を出力する。情報抽出パラメタ31は、情報多重化済み画像30を作成した際に使用した情報多重化鍵の乱数の初期値と周波数成分変更幅からなるものである。

【0043】図13は、情報抽出装置28の一実施例の

全体的構成図を示したものである。本情報抽出装置28は、差分画像作成処理部33と画像分解処理部34と情報抽出処理部35と副情報再構成処理部36からなる。なお、原画像を用いずに、情報多重化済み画像のみを入力して情報抽出を行う場合には差分画像作成処理部33は不要である。以下、各処理部について説明する。

【0044】〈差分画像作成処理部33〉図14は差分画像作成処理部33の概念図である。差分画像作成処理部33は、原画像29（ $[p1_{x,y,z}]$ とする）と情報多重化済み画像30（ $[p2_{x,y,z}]$ とする）を入力とし画素値の中間値（ L_m ）を中心とした、差分画像37

（ $[p2_{x,y,z} - p1_{x,y,z} - L_m]$ ）を出力する。

【0045】〈画像分解処理部34〉図15は画像分解処理部34の概念図である。画像分解処理部34は、差分画像37を入力とし、先の情報多重化装置1で用いた画像分解処理部5と同じ処理を行い、 $M_u \times N_u \times T_u$ （ $0 \leq u \leq w-1$ ）サイズのブロック差分画像38を出力する。ここで、画像分解処理部34は、画像分解処理部5で実装された、予め決定しておく分解方法と同じ方法で画像を分解する必要がある。

【0046】〈情報抽出処理部35〉図16は、情報抽出処理部35の詳細構成図を示したものである。情報抽出処理部35は、情報抽出パラメタ31とブロック差分画像38を入力とし、各ブロック画像内から副情報を1ビットずつ抽出し、順次、副情報再構成処理部36へ送る。以下、情報抽出処理部35の動作について詳述する。

【0047】情報抽出パラメタ31は入力パラメタ分解処理部39へ、ブロック差分画像38は、周波数変換処理部40へ送られる。

【0048】入力パラメタ分解処理部39は、情報抽出パラメタ31を分解し、乱数の初期値41と周波数成分変更幅42を再構成して出力する。乱数の初期値41は乱数生成処理部43へ、周波数成分変更幅42はブロック内情報抽出処理部44へ、それぞれ送られる。

【0049】なお、原画像を用いて情報抽出を行う場合、情報抽出パラメタ31は乱数の初期値のみであり、この場合は入力パラメタ分解処理部39を用意する必要がなく、直接、乱数の初期値が乱数生成処理部43へ送られる。

【0050】周波数変換処理部40は、情報多重化処理部6で用いた周波数変換処理部9と同じ処理を行うもので、 $M_u \times N_u \times T_u$ サイズのブロック差分画像38を $M_u \times N_u \times T_u$ 周波数変換し、この $M_u \times N_u \times T_u$ サイズのブロック周波数成分行列45をブロック内情報抽出処理部44へ送る（図5参照）。

【0051】乱数生成処理部43は、乱数の初期値41を読み込み、それをもとに各1ビット情報抽出の処理毎に順次、乱数46を生成し出力する。なお、この乱数生成処理部43と情報多重化処理部6で用いた乱数生成処

理部 1 3 は、同じ乱数の初期値を入力としたとき、同順序で同じ乱数が出力するように実装する必要がある。

【0052】ブロック内情報抽出処理部 4 4 は、 $M_0 \times N_0 \times T_0$ サイズのブロック周波数成分行列 4 5、乱数 4 6、周波数成分変更幅 4 2 を入力し、1 ビット副情報 4 9 を抽出して出力する。ブロック周波数成分行列 4 5 は、周波数成分バッファ 4 7 に格納される。図 1 7 はブロック内情報抽出処理部 4 4 の概略構成および処理の概念図を示したものである。

【0053】 $M_0 \times N_0 \times T_0$ サイズのブロック周波数成分行列 4 5 は周波数成分バッファ 4 7 に格納される。乱数 4 6 は座標選択処理部 4 8 に入力される。座標選択処理部 4 8 は、周波数成分変更処理部 1 4 で用いた座標選択処理部 2 0 と同じ処理を行う。すなわち、座標選択処理部 4 8 と座標選択処理部 2 0 は、同じ乱数を入力したとき、同じ座標を出力するように実装する必要がある。

【0054】ブロック内情報抽出処理部 4 4 は、 $M_0 \times N_0 \times T_0$ サイズのブロック周波数成分行列から、座標選択処理部 4 8 が選択した座標に当たる係数の正負を判定することにより、1 ビット副情報 4 9 を抽出し出力する。情報抽出処理は、 $M_0 \times N_0 \times T_0$ サイズのひとつのブロック周波数変換行列に対して n_0 回 (n_0 は情報多重化の際に $block_0$ に多重化された情報の個数である) 行われ、順次、多重化されていた 1 ビット副情報が抽出される。

【0055】以下に、差分画像 3 7 の i 番目の $M \times N \times T$ サイズの時空間画像の u 番目のブロック差分画像における j ($0 \leq j \leq u$) 個目のビット情報 ($b_{i,u,j} \in \{0, 1\}$) の抽出処理について具体的に説明する。ただし、動画像 3 0 に多重化されている副情報 3 2 を b_0, b_1, \dots, b_{k-1} とし、ブロック内情報抽出処理部 4 4 に入力された周波数成分変更幅 4 2 を $range$ とする。

【0056】ブロック内情報抽出処理部 4 4 では、座標選択処理部 4 8 により選択された座標の周波数成分値 $c_{i,u,j}$ に対して、 $c_{i,u,j}$ が正数の場合、 $b_{i,u,j} = 1$ $c_{i,u,j}$ が負数の場合、 $b_{i,u,j} = 0$ により情報抽出を行う。なお、多重化処理の実装方式により、正負の値に対する $\{0, 1\}$ の割り付けが決定される。

【0057】また、先の数 1 乃至数 6 で示した原画像の有無に関わらず情報抽出可能な情報多重化を行った画像が入力の場合には、原画像がある場合は上記の方法で、原画像がない場合は、図 1 3 において、差分画像作成処理部 3 3 を用いず、直接、情報多重化画像 3 0 を画像分解処理部 3 4 に入力してブロック画像に分解し、周波数変換処理部 4 0 でブロック周波数成分行列への処理を行った後、

【0058】 $c_{i,u,j}$ が正数の場合、 $b_{i,u,j} = 1$ $c_{i,u,j}$ が負数の場合、 $b_{i,u,j} = 0$

により情報抽出を行う。なお、多重化処理の実装方式により、正負の値に対する $\{0, 1\}$ の割り付けが決定される。

【0057】また、先の数 1 乃至数 6 で示した原画像の有無に関わらず情報抽出可能な情報多重化を行った画像が入力の場合には、原画像がある場合は上記の方法で、原画像がない場合は、図 1 3 において、差分画像作成処理部 3 3 を用いず、直接、情報多重化画像 3 0 を画像分解処理部 3 4 に入力してブロック画像に分解し、周波数変換処理部 4 0 でブロック周波数成分行列への処理を行った後、

【0058】

【数 7】

$$b_{i,u,j} = \left\lfloor \frac{c_{i,u,j}}{range} + \frac{1}{2} \right\rfloor \bmod 2$$

【0059】を計算することにより、情報抽出を行うことができる。

【0060】〈副情報再構成処理部 3 6〉図 1 8 は副情報再構成処理部 3 6 の処理概念図である。副情報再構成処理部 3 6 は、ブロック画像内に多重化されていた副情報を 1 ビットずつ順次入力とし、複数回入力される各副情報ビットを多数決処理などの手法を用いることにより決定し、もとの副情報を再構成する情報抽出処理部 3 5 での情報抽出処理の回数に伴い、多重化されていた副情報の各ビットの抽出回数が増加する。この繰り返し抽出される副情報の各ビットに多数決処理などを施すことで、抽出された副情報の信頼度が向上する。

【0061】副情報再構成処理部 3 6 では、副情報の各 1 ビットが抽出される毎に副情報書き込みヘッダを予め決められた方法で制御する。この抽出処理をひとつのブロック周波数成分行列に対して、その中に多重化されているビット数である n_0 回繰り返し、多数処理などを行うことで、ひとつのブロック周波数成分行列からの副情報再構成処理が終了する。

【0062】以上の処理をすべてのブロック画像 ($block_0, block_1, \dots, block_{p-1}$) に対して行い、副情報が再構成される毎、もしくは、全動画像においてその処理が終了した後、画像から抽出された副情報 3 2 を出力する。

【0063】次に、情報抽出装置 2 8 での処理において、情報抽出速度を向上させる方法を以下に説明する。情報抽出装置 2 8 における情報抽出処理部 3 5 では、図 1 6 に示したように、入力されるブロック差分画像 3 8 を一旦、周波数変換処理部 4 0 を用いてブロック周波数成分行列に変換していたが、この変換処理を行わず、情報多重化を行った周波数成分のみをブロック差分画像から直接計算することにより、計算量を軽減することができる。

【0064】図 1 9 は、上記高速化を実現する情報抽出処理部 3 5 の構成図を示したものである。構成は、図 1 8 の情報抽出処理部 3 5 と基本的にほとんど同じで、違いは周波数変換処理部 4 0 がいないことと、ブロック内情報抽出処理部の入力が、ブロック周波数成分行列からブロック差分画像にかわったことである。ブロック内情報抽出処理部 4 4 の情報抽出処理自体も、図 1 7 で説明したブロック内情報抽出処理部 4 4 の動作と同様で、異なる部分は、ブロック差分画像 3 8 を画像バッファに格納し、そのブロック画像の画素値を用いて、座標選択処理部が選択した座標にあたる周波数成分のみを計算するという点だけであり、その係数値の符号を判定することにより 1 ビット副情報を抽出する方法などは同じである。

【0065】以上、本発明の一実施の形態を説明した

が、以下のような変更や拡張が可能である。

【0066】(1) 情報多重化の際に用いるrangeは、ブロック画像の特徴を見て、個々のブロック毎に変化させてもよい。例えば、ブロック画像の画素値のエントロピーを計算して、その値によってrangeを変更するなどである。

【0067】(2) 多重化する副情報を誤り訂正符号化することにより、画像の劣化に費する副情報の劣化を抑えることができる。

【0068】(3) 各ブロック画像に多重化するビット分の副情報とは別に、多重化情報識別ラベルを同ブロック画像に情報多重化してもよい。これにより抽出情報の信頼度を得ることが可能である。例えば、ラベル情報として $a_0 a_1 \cdots a_{l-1}$ とし、情報抽出を行い、得られたラベル情報部分と、本来のラベル情報とのハミング距離を m ($m < 1$) (1 はエルである) とする。このとき、ラベル情報と同時に抽出された副情報の信頼度 S は、次のように計算できる。

【0069】

【数 8】

ハミング距離 m が 0 の場合は、 $S = 1$

$m \leq \frac{1}{2}$ の場合は、 $S = 0$

それ以外の場合は、 $S = \frac{2^1 - \sum_{k=0}^{2m} 1^C_k}{2^1}$

【0070】この式をもとに、各抽出ビットに重みをつけて副情報を再構成することにより、さらに情報抽出の精度が向上する。また、副情報が誤り訂正符号化されているものであれば、信頼度から、誤り訂正の可能性を判断することができる。また、ラベルの抽出精度を調べることにより、主情報である動画の改竄事実の有無を検出することや、一部分切り出した画像についても、乱数の初期値を使った乱数の初期化により、情報抽出が可能である。

【0071】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、情報多重化時に用いた鍵情報もしくは原画像がなければ、副情報の取り出しができないこと、副情報を多重化した変更周波数成分位置および周波数成分変更幅を工夫することにより、人間が知覚できないように情報多重化を行え、かつ、主情報(画像)の劣化による副情報(多重化情報)の劣化に対する強度を制御できること、影響し合わない程度であれば、別々のブロックサイズ分割方法を用いて、複数の情報を多重化することが可能であること、静止画像は動画の時間軸方向の大きさが 1 であることから、静止画像に対しても適用可能な技術であること、誤り訂正符号を用いることにより、画像の圧縮・編集に対して、適切な耐性を持たせることができるこ

と、などの効果がある。

【0072】本発明は、画像が YUV フォーマットのときの輝度成分のみを対象とするだけでなく、同アルゴリズムを色差成分にも適用することも可能である。また、画像フォーマットが RGB についても同様であり、R、G、B それぞれに対して同アルゴリズムを適用することが可能である。これらの方法を適用すると、さらに多くの情報を多重化することが可能となり、また、それぞれの成分に多重化する情報を同一のものとするることにより、画像および多重化情報への改竄事実の有無の検出に用いることなども可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による情報多重化装置の情報入出力関係の概略図である。

【図 2】本発明による情報多重化装置の一実施例の全体の構成図である。

【図 3】画像分解処理部の概念図である。

【図 4】情報多重化処理部の詳細構成図である。

【図 5】周波数変換処理部の概念図である。

【図 6】副情報バッファの概略図である。

【図 7】周波数成分変更処理部の概念図である。

【図 8】座標バッファの概略図である。

【図 9】レンジオーバー回避処理部の処理説明図である。

【図 10】逆周波数変換処理部の概念図である。

【図 11】画像再構成処理部の概念図である。

【図 12】本発明による情報抽出装置の入出力関係の概略図である。

【図 13】本発明による情報抽出装置の一実施例の全体の構成図である。

【図 14】差分画像作成処理部の概念図である。

【図 15】画像分解処理部の概念図である。

【図 16】情報抽出処理部の詳細構成図である。

【図 17】ブロック内情報抽出処理部の概念図である。

【図 18】副情報再構成処理部の概念図である。

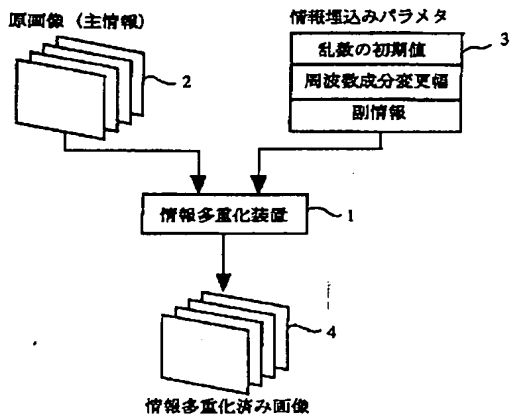
【図 19】情報抽出処理部の他の構成図である。

【符号の説明】

- 1 情報多重化装置
- 2 原画像(主情報)
- 3 情報埋め込みパラメタ
- 4 情報多重化済み画像
- 5 画像分解処理部
- 6 情報多重化処理部
- 7 画像再構成処理部
- 28 情報抽出装置
- 29 原画像
- 30 情報多重化済み画像
- 31 情報抽出パラメタ
- 32 副情報
- 33 差分画像作成処理部
- 34 画像分解処理部

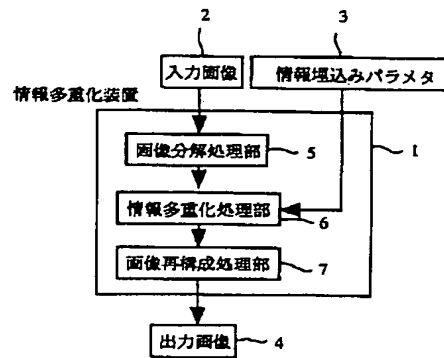
35, 35 情報抽出処理部

【図 1】

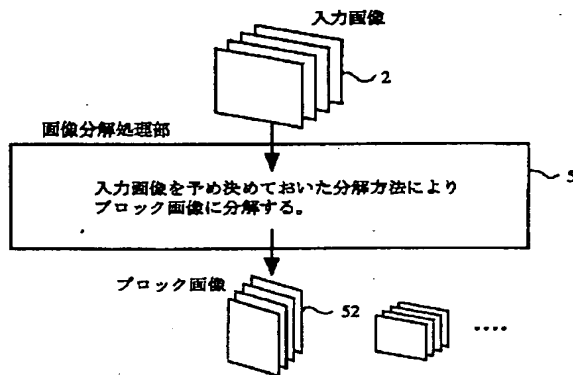


36 副情報再構成処理部

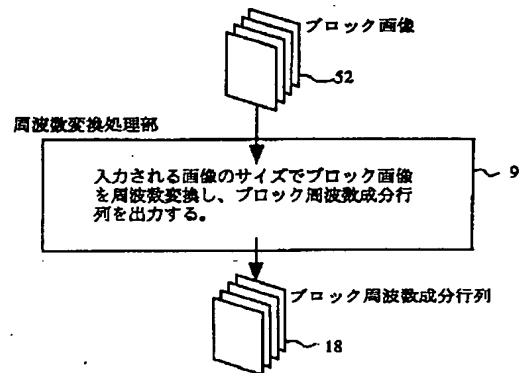
【図 2】



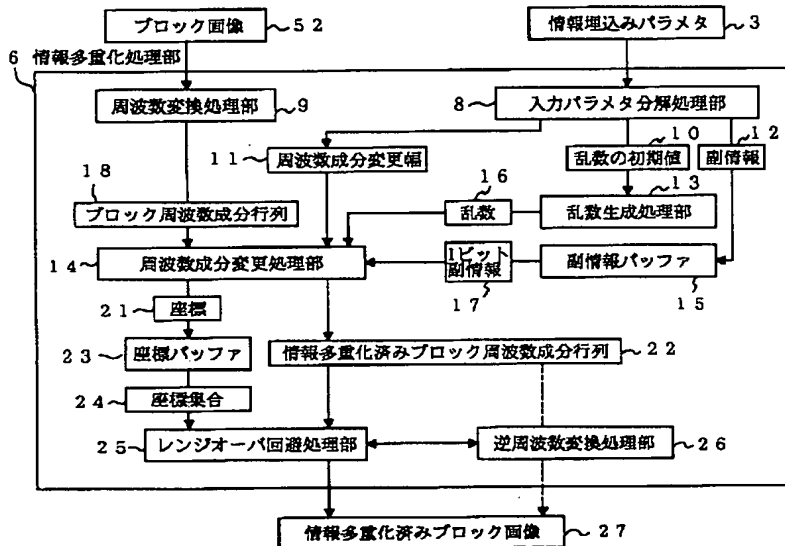
【図 3】



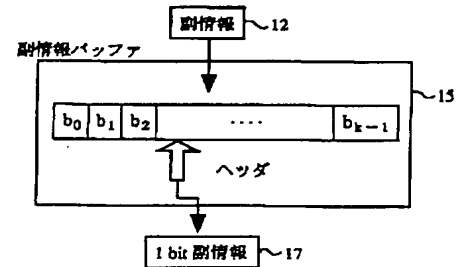
【図 5】



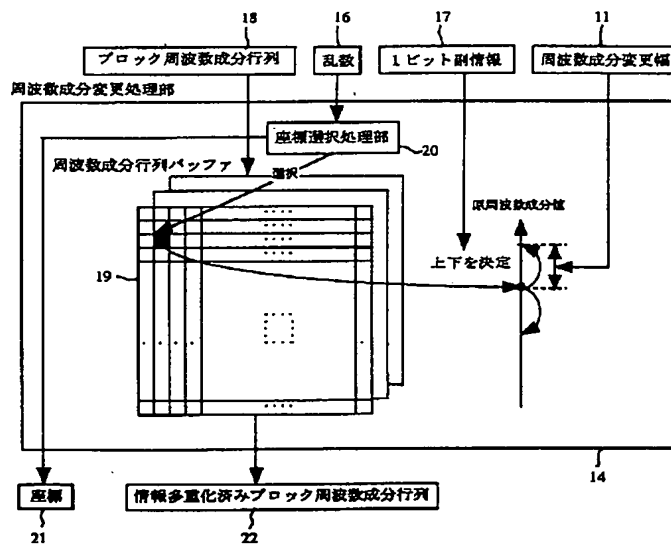
【図 4】



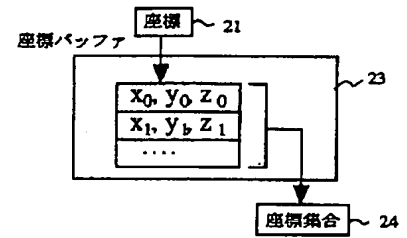
【図 6】



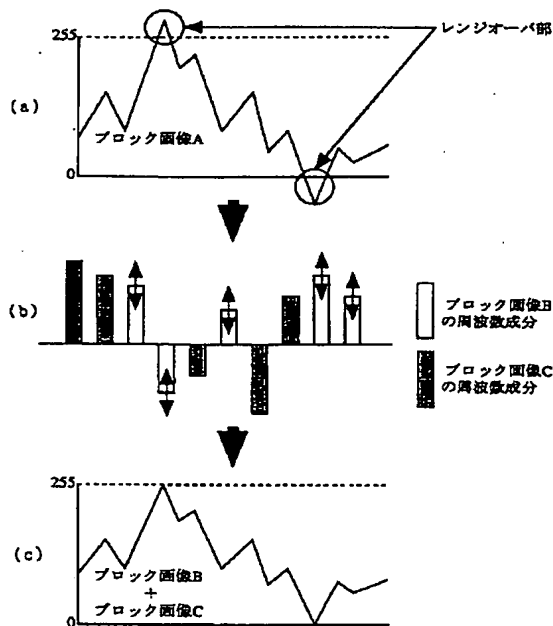
【図 7】



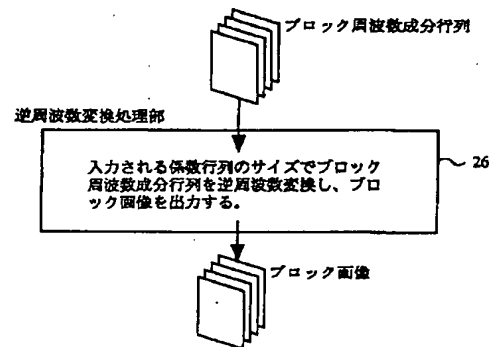
【図 8】



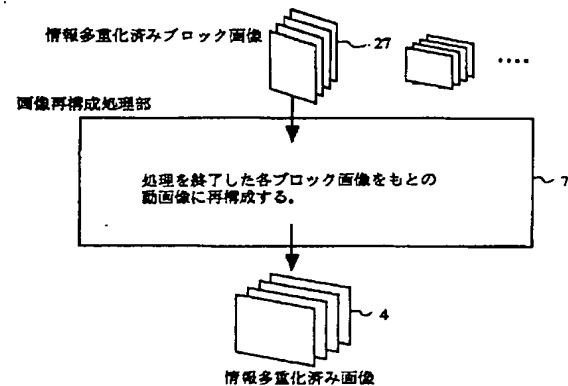
【図 9】



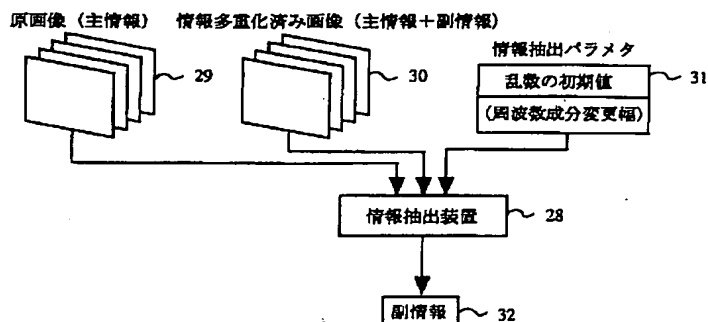
【図 10】



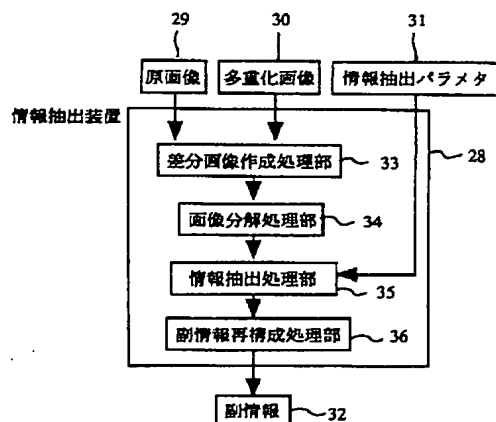
【図 11】



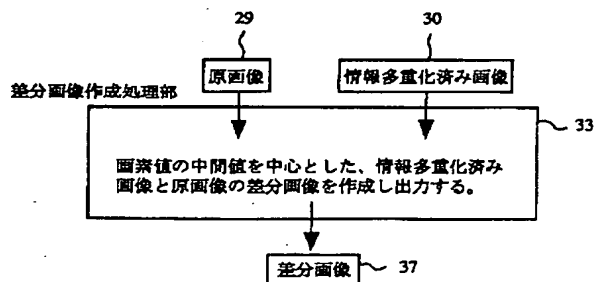
【図 12】



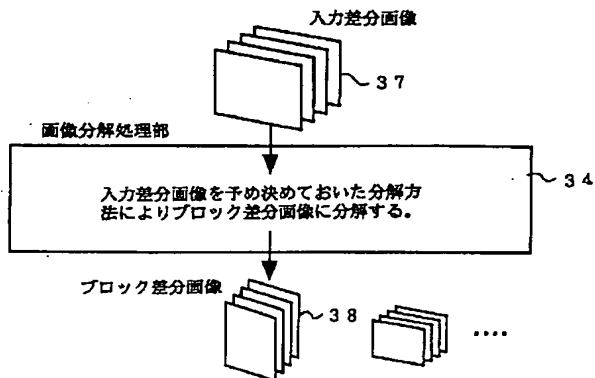
【図 13】



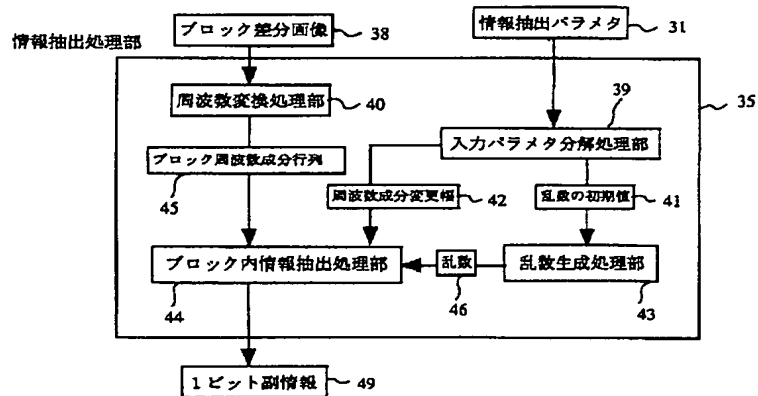
【図 14】



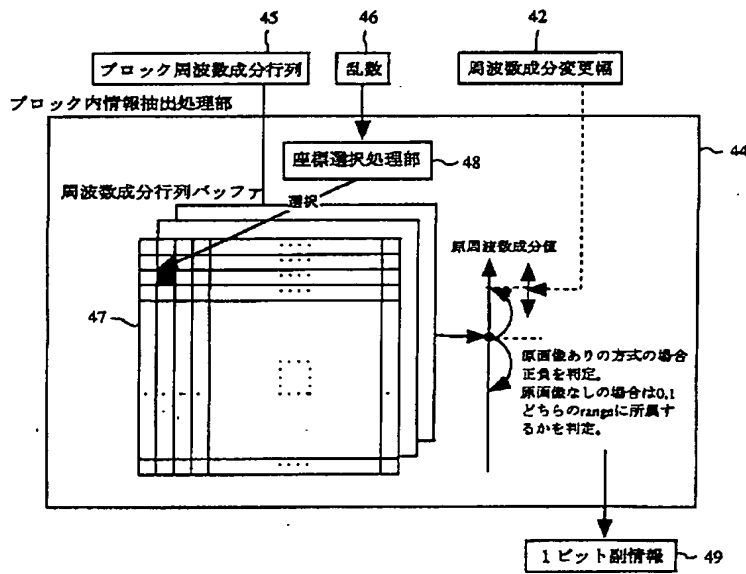
【図 15】



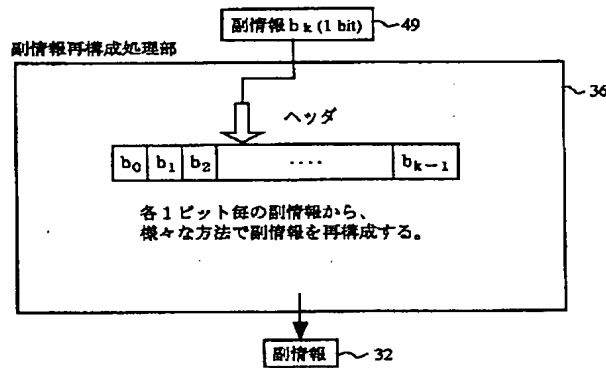
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【図 19】

